

Pneumologie 2022 · 19:21–26
<https://doi.org/10.1007/s10405-021-00415-z>
 Angenommen: 31. August 2021
 Online publiziert: 5. Oktober 2021
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2021

Redaktion

J. Gottlieb, Hannover
 H. Worth, Fürth



High-Flow-Sauerstofftherapie – Chancen und Risiken

Jörn Grensemann¹ · Marcel Simon² · Christian Wachs¹ · Stefan Kluge¹

¹ Klinik für Intensivmedizin, Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

² Abteilung für Pneumologie, II. Medizinische Klinik, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

In diesem Beitrag

- Respiratorische Insuffizienz
- Vorteile der „high flow nasal cannula“
- Praktische Anwendung
- Anwendungsgebiete/Studienlage
 Hypoxämischer Lungenversagen · Bronchoskopie · Präoxygenierung · Post extubationem · Hyperkapnisches Lungenversagen · Immunsuppression · COVID-19 · Vorhersage des Behandlungserfolgs
- Voraussetzungen für die Durchführung der „high flow nasal cannula“

Zusammenfassung

Mit der High-Flow-Sauerstofftherapie („high flow nasal cannula“ [HFNC]), bei der ein Sauerstoff-Luft-Gasgemisch mit Flüssen zwischen 30 und 70 l/min appliziert wird, steht ein technisch einfaches und hocheffektives Verfahren zur Therapie einer respiratorischen Insuffizienz zur Verfügung. Des Weiteren kann die HFNC während einer Bronchoskopie zur Oxygenierung, vor einer Intubation zur Präoxygenierung und nach Extubation zur Vermeidung einer Re-Intubation verwendet werden. Durch die hohen Gasflüsse wird vermieden, dass der Patient Umgebungsluft inspiriert, sodass eine präzise Einstellung einer inspiratorischen Sauerstofffraktion möglich ist, des Weiteren wird durch einen entstehenden Staudruck ein positiver endexpiratorischer Druck aufgebaut, durch die Anfeuchtung und Erwärmung der Atemluft die mukoziliäre Clearance verbessert sowie die Atemarbeit durch Auswaschen der oberen Atemwege verringert. Im Vergleich zur konventionellen Sauerstofftherapie ist die Aerosolbildung durch eine HFNC nicht erhöht, sodass dieses Verfahren auch bei COVID-19 eingesetzt werden kann. Beim hyperkapnischen Lungenversagen liegen bisher keine konklusiven Daten für die Effekte der HFNC vor, hier sollte bevorzugt eine nichtinvasive Beatmung statt einer HFNC erfolgen. Bei der Anwendung darf nicht vergessen werden, dass die mit HFNC behandelten Patienten kritisch krank sind und daher kontinuierlich überwacht werden müssen. So muss sichergestellt sein, dass jederzeit eine Eskalation z. B. auf eine Intubation und invasive Beatmung erfolgen kann.

Schlüsselwörter

Respiratorische Insuffizienz · Atemnotsyndrom · Sauerstoffinhalationstherapie · Atemtherapie · Atemgasbefeuchtungsgeräte

Die nasale High-Flow-Sauerstofftherapie („high flow nasal cannula“ [HFNC]) hat sich beim akuten hypoxämischen respiratorischen Versagen als wertvolles nichtinvasives Therapieverfahren etabliert. Doch nicht nur hier kann die HFNC angewendet werden, sondern auch beispielsweise zur Vermeidung einer postoperativen respiratorischen Insuffizienz oder zur Oxygenierung während Interventionen. Doch sind diese Indikationen adäquat durch die Studienlage gedeckt?

Respiratorische Insuffizienz

Die respiratorische Insuffizienz wird in ein hypoxämisches und ein hyperkapnisches Lungenversagen eingeteilt. Während das hypoxämische Lungenversagen zunächst durch eine Supplementierung der inspiratorischen Sauerstofffraktion (F_{iO_2}) behandelt werden kann, ist es beim hyperkapnischen Lungenversagen erforderlich, die Atempumpe zu entlasten, was zumeist über eine nichtinvasive Beatmung erfolgt.

Die supplementierende Sauerstoffgabe beim hypoxämischen Lungenversagen über eine nasale Insufflation kann jedoch schnell an die Grenzen des Verfahrens sto-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Infobox 1

Effekte der „high flow nasal cannula“

- Präzise Einstellung der inspiratorischen Sauerstofffraktion
- Erzeugung eines positiven endexpiratorischen Drucks
- Reduktion der Atemarbeit
- Verbesserung der mukoziliären Clearance

ßen, da hiermit maximal eine inspiratorische Sauerstoffkonzentration (F_{iO_2}) von ca. 0,4 erreicht werden kann, da oberhalb eines Flusses von 6 l O_2 (Sauerstoff)/min durch Einatmen von Umgebungsluft während der Inspiration in Bezug auf die F_{iO_2} ein „Ceiling-Effekt“ erreicht ist [1]. Beim Einsatz von Gesichtsmasken ohne Reservoir ist eine F_{iO_2} von ca. 0,55 zu erreichen, mit Reservoir lässt sich eine F_{iO_2} von 0,8 bis 0,95 erzielen [2].

Vorteile der „high flow nasal cannula“

Bei der HFNC wird ein Sauerstoff/Luft-Gasgemisch mit einem Fluss von 30–70 l/min appliziert. Da dieser den Inspirationsfluss des Patienten übersteigt, kann verhindert werden, dass der Patient in der Inspiration Umgebungsluft einatmet. Anders als bei einer konventionellen Sauerstoffgabe kann die effektive F_{iO_2} über einen Sauerstoffmischer präzise reguliert werden und theoretisch selbst eine F_{iO_2} von 1,0 über die HFNC appliziert werden.

» Die effektive F_{iO_2} kann über einen Sauerstoffmischer präzise reguliert werden

Die hohen applizierten Gasflüsse ziehen weitere Effekte nach sich. Es kommt zum Aufbau eines Staudrucks und damit eines positiven endexpiratorischen Druckes (PEEP), der sich nach Bernoulli quadratisch zum applizierten Fluss verhält [3]. Unter klinischen Bedingungen konnten PEEP-Werte von ca. 3 mbar bei 35 l/min Gasfluss gemessen werden, hierbei ist zu beachten, dass die Drücke sich bei geöffnetem Mund in etwa halbieren [4].

Des Weiteren kommt es durch den Gasfluss zum Auswaschen der Luft aus den oberen Atemwegen, damit wird der funktionelle Totraum verkleinert und die Atemarbeit reduziert.

Da die physiologische Anfeuchtungskapazität der Atemluft bei Anwendung der HFNC im Nasen-Rachen-Raum übersteigt, ist es obligat, das über die HFNC applizierte Gas extern zu befeuchten und anzuwärmen. Da die maschinelle Anfeuchtung hocheffektiv ist, kommt es zu einer Optimierung der mukoziliären Clearance.

Im Vergleich zur nichtinvasiven Beatmung zeigt sich ein gesteigerter Patientenkomfort [5, 6]. Im Gegensatz zur nichtinvasiven Beatmung ist es möglich, während der HFNC-Therapie zu essen und zu trinken, auch die Mobilisation ist erleichtert (■ Infobox 1).

Praktische Anwendung

Aufgrund der mannigfaltigen Angebote verschiedener Hersteller – Kompaktgeräte bis hin zur Nutzung einzelner Komponenten – sei hier kurz auf das Prinzip der HFNC eingegangen. Zunächst ist eine Sauerstoffzufuhr notwendig. In der Regel handelt es sich um einen Wandanschluss mit einem Sauerstoffdruck von 4,5 bar. Dieser wird zu einem Sauerstoff-/Luft-Mischer geleitet und ermöglicht so die Einstellung einer F_{iO_2} von 0,21 bis 1,0. Im nächsten Schritt ist das Gasgemisch in einem beheizten Atemluftbefeuchter auf 37 °C zu erwärmen, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100 % (cave: Das sterile Wasser ist gemäß den Herstellerangaben bei erhöhtem Fluss früher zu wechseln!). Um das optimal klimatisierte Gas auf dem Weg zum Patienten so zu erhalten, ist ein Schlauchsystem mit integrierter Heizspirale zu verwenden. Ein wichtiger Bestandteil der HFNC-Therapie ist die spezielle Nasenkanüle. Diese sollte nach den Größeneempfehlungen der Hersteller gewählt werden (in der Regel 50 % des Nasenlochumfangs).

Zu Beginn der HFNC-Therapie sollte ein niedriger Gasfluss eingestellt werden, um eine Gewöhnung seitens des Patienten zu gewährleisten und die Akzeptanz zu erhöhen (z. B. 35 l/min). Auch sollte der Patient darauf hingewiesen werden, dass sich das Einatemgasgemisch deutlich wärmer anfühlt als gewohnt.

Entsprechend der Atemfrequenz und der Sauerstoffsättigung sind dann die optimalen Einstellungen zu ermitteln. Bei Tachypnoe und hohem Sauerstoffbedarf

sollte zunächst der Gasfluss bis zu einem für den Patienten komfortablen Maximum gesteigert werden (ca. 50 l/min), um eine optimale Ausschöpfung der Vorteile des HFNC zu erreichen und um bei dem Patienten ein definiertes Sauerstoffangebot zu gewährleisten. Hierbei ist im Besonderen der Spitzeninspirationsfluss zu bedenken, der in Ruhe schon bei 30 l/min liegen kann und bei Patienten mit respiratorischer Insuffizienz deutlich erhöht ist [7].

Im zweiten Schritt sollte die Sauerstofffraktion entsprechend der optimalen Sättigung eingestellt werden (s. Leitlinienempfehlungen der zugrunde liegenden Erkrankungen).

Wichtig bei der Therapie mit erwärmten Gasen ist die Kondensatbildung. Dieses darf nicht in Patientenrichtung abfließen, da es zu einer Aspiration führen kann. Aus demselben Grund ist es strikt zu vermeiden, den Atemluftbefeuchter über das Kopfniveau des Patienten zu positionieren [8].

Zur Beendigung der HFNC-Therapie sind wieder die Atemfrequenz und der Sauerstoffbedarf in Betracht zu ziehen. Bei einer F_{iO_2} von < 0,5 und einem reduzierten Flow auf bis zu 20 l/min kann erwogen werden, ein anderes Sauerstoffapplikationssystem zu nutzen [7].

Selten kann es unter HFNC zu Nasenbluten kommen. Zu Therapiebeginn sollte darauf geachtet werden, dass bei Anschluss der HFNC an den Patienten der beheizte Atemluftbefeuchter auf Betriebstemperatur ist, da es sonst durch kalte Atemluft zu einem Bronchospasmus kommen kann [8].

Anwendungsgebiete/Studienlage

Hypoxämisches Lungenversagen

Die Domäne der HFNC ist aufgrund der Möglichkeit, eine hohe und definierte F_{iO_2} zu applizieren, das hypoxämische Lungenversagen. Die positiven Effekte sind hier gut durch Studien belegt, die erste größere Studie war die FLORALI-Studie, bei der für die eingeschlossenen Patienten sogar eine Senkung der Mortalität im Vergleich zur nichtinvasiven Beatmung gezeigt werden konnte [9]. In zwei 2019 und 2021 publizierten Metaanalysen konnte für die mit HFNC behandelten Patienten des Weite-

ren eine geringere Rate an Intubationen im Vergleich zur konventionellen Sauerstofftherapie gezeigt werden, auch wenn hier der Einfluss auf die Sterblichkeit nicht bestätigt werden konnte [10, 11]. Belastbare Daten, bei welchem Schweregrad einer respiratorischen Insuffizienz die HFNC angewendet werden sollte, liegen nicht vor. In der aktuellen S3-Leitlinie zur Sauerstofftherapie wird empfohlen, oberhalb von 6 l/min Sauerstoffbedarf eine HFNC anzuwenden [12], die S3-Leitlinie „Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz“ empfiehlt einen Einsatz bei einem Horovitz-Quotienten (Sauerstoffpartialdruck in mm Hg/FiO₂) zwischen 100 und 300 [13].

Bronchoskopie

Die HFNC kann zur Optimierung der Oxygenierung während einer Bronchoskopie eingesetzt werden. Untersuchungen beschreiben den Einsatz der HFNC bei diagnostischen Bronchoskopien [14] und insbesondere bei Patienten mit akuter hypoxämischer respiratorischer Insuffizienz, bei denen eine diagnostische Bronchoskopie erforderlich ist [15].

Präoxygenierung

Die HFNC kann zur Präoxygenierung vor einer trachealen Intubation eingesetzt werden. Dieses bietet sich v. a. auf Intensivstationen an, wenn eine progrediente respiratorische Insuffizienz eine Eskalation auf eine invasive Beatmung erforderlich macht. Ist der Patient bereits an eine HFNC angeschlossen, kann die FiO₂ auf 1,0 gesteigert werden und hierüber eine Denitrogenisierung der funktionellen Residualkapazität zur Präoxygenierung erfolgen, anstatt den Patienten über eine Gesichtsmaske zu beatmen [16, 17]. Des Weiteren kommt es während der Narkoseinduktion auch nach Anästhetika-bedingter Apnoe durch Nachströmen von Sauerstoff zu einer apnoischen Oxygenierung, sodass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Hypoxämie unter Intubation verringert wird.

Post extubationem

Gegebenenfalls kann die HFNC nach Extubation – insbesondere von Patienten mit Risikofaktoren für eine respiratorische Insuffizienz – eingesetzt werden. Als Risikofaktoren konnten ein Alter von mehr als 65 Jahren, Herzinsuffizienz, moderate bis schwere COPD („chronic obstructive pulmonary disease“) Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II Score (APACHE II) über 12, eine Adipositas mit einem Body Mass Index von über 30 kg/m², Atemwegs- oder Sekretprobleme, schwieriges Weaning, mindestens 2 Komorbiditäten und eine maschinelle Beatmung von über 7 Tagen identifiziert werden [18]. Auch wenn die HFNC nicht die Sterblichkeit senkt, kann die Re-Intubationshäufigkeit gesenkt werden [18, 19].

Auch für postoperative Patienten liegen Studien vor, die jedoch überwiegend bei kardio- und thoraxchirurgischen Patienten durchgeführt wurden. Auch hier konnte die Re-Intubationswahrscheinlichkeit durch die prophylaktische Anwendung der HFNC reduziert werden, allerdings scheint hier kein Vorteil gegenüber einer prophylaktischen nichtinvasiven Beatmung vorzuliegen [18].

Hyperkapnisches Lungenversagen

Beim hyperkapnischen Lungenversagen, wie z. B. bei der exazerbierten COPD, liegt in der Regel eine Insuffizienz der Atempumpe vor, sodass diese durch eine Beatmung – in diesem Fall vorzugsweise nichtinvasiv über eine Gesichtsmaske – entlastet wird. Da es durch die HFNC zu einem Auswaschen der oberen Atemwege und damit zur Verringerung des funktionellen Totraums mit Reduktion der Atemarbeit kommt, könnte die HFNC in Einzelfällen auch bei dieser Indikation verwendet werden. Die Studienlage ist hierzu uneinheitlich, in den beiden vorhandenen Metaanalysen, die ausschließlich COPD-Patienten beinhalteten und die die bisher spärliche Datenlage zusammenfassen, konnte weder ein Vorteil noch ein Nachteil für die HFNC gezeigt werden [20, 21]. Bei ätiologisch COPD-unabhängigen Hyperkapnien liegt nur eine Subgruppenanalyse von 42 Patienten mit dekompensierter Herzinsuffizienz vor, in der im Vergleich zur nichtinvasiven Be-

atmung kein Vor- oder Nachteil für die HFNC bestand [22, 23]. Nach unserer Meinung sollte beim hyperkapnischen Lungenversagen zunächst eine nichtinvasive Beatmung durchgeführt werden, da dieses pathophysiologisch am ehesten einer kausalen Therapie entspricht. Die HFNC sollte bei dieser Indikation nur im Rahmen von Studien oder als individueller Therapieversuch eingesetzt werden, beispielsweise, wenn eine nichtinvasive Beatmung nicht toleriert wird und eine Beatmung mit Intubation aufgrund des Patientenwillens oder des Allgemeinzustandes nicht indiziert ist.

Immunsuppression

Die Mortalität von immunsupprimierten Patienten mit respiratorischer Insuffizienz ist insbesondere im Falle einer Intubation und invasiven Beatmung hoch. Nach aktueller Studienlage kann die Intubationswahrscheinlichkeit gesenkt werden [24–26], sodass bei geeigneten Patienten ein Therapieversuch zur Vermeidung einer endotrachealen Intubation erfolgen sollte. Ob damit auch die Sterblichkeit dieser Patienten sinkt, kann aktuell aufgrund widersprüchlicher Studienergebnisse nicht beantwortet werden. Weitere Studien sind bei dieser Indikation erforderlich, um den Stellenwert der HFNC besser zu definieren.

COVID-19

Im Rahmen der Anwendung der HFNC bei COVID-19-Patienten besteht häufig die Sorge, dass es durch die hohen Gasflüsse zur Ausbreitung von Aerosolen kommt, die mit infektiösen Viruspartikeln beladen sind [27]. Aus diesem Grund wurde insbesondere in der Anfangszeit der Pandemie empfohlen, keine HFNC bei diesen Patienten durchzuführen. Diese Empfehlung berücksichtigte jedoch nur unzureichend, dass es auch bei anderen Verfahren wie der konventionellen Sauerstoffgabe zu einer Aerosolbildung kommt [28]. Bei korrekter Platzierung der Nasenkanüle verteilt sich die Expirationsluft weniger als 20 cm um den Patienten herum, bei Dislokation über 60 cm [29]. Die Aerosolbildung ist jedoch aufgrund des besseren Sitzes der HFNC-Kanüle geringer als bei der konventionellen Sauerstoffgabe. Durch die gleichzeitige

Anwendung eines Mund-Nasen-Schutzes kann die Aerosolbildung um den Patienten um über 80 % reduziert werden [30]. Somit stellt die HFNC auch bei COVID-19-Patienten eine potenzielle Therapiemöglichkeit dar, die entsprechend verwendet werden sollte [31, 32]. Um Patienten zu identifizieren, bei denen die HFNC versagen wird, kann auch bei COVID-19 der weiter unten beschriebene ROX-Index angewendet werden [33]. Auch ein höherer Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score ist mit einem Versagen des Verfahrens assoziiert [34].

Vorhersage des Behandlungserfolgs

Um die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen HFNC-Therapie ohne Notwendigkeit einer nachfolgenden maschinellen Beatmung vorherzusagen, steht der ROX-Index (Respiratory Rate – Oxygenation) zur Verfügung [35]. Dieser wird aus dem Quotienten aus peripherer Sauerstoffsättigung (S_pO_2) geteilt durch F_iO_2 geteilt durch Atemfrequenz ($\frac{SpO_2/FiO_2}{\text{Atemfrequenz}}$) gebildet. Dabei ist ein ROX-Wert 12 h nach Therapiebeginn kleiner 4,88 mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für ein Versagen des Verfahrens assoziiert. Auch nach 12 h nicht adäquat angestiegene Werte lassen sich mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für eine notwendig werdende maschinelle Beatmung in Verbindung bringen [36].

Wie bei allen Score-Werten liegt auch hier die Limitation, dass nur eine statistische Wahrscheinlichkeit für den Erfolg des Verfahrens resultiert, die zwar in Entscheidungsfindungen einbezogen werden kann, jedoch weitere Umgebungsfaktoren, wie z. B. Alter oder Allgemeinzustand des Patienten, bleiben unberücksichtigt. Die klinische Einschätzung sollte bei der Entscheidung zur Fortführung der HFNC oder einem notwendigen Verfahrenswechsel nicht außer Acht gelassen werden.

Voraussetzungen für die Durchführung der „high flow nasal cannula“

Durch die weiter oben genannten Effekte ist die HFNC eine hocheffektive Methode, eine respiratorische Insuffizienz im hypoxämischen Lungenversagen zu behandeln.

Von der Möglichkeit, eine hohe F_iO_2 zu applizieren, profitieren Patienten, die vor Verfügbarkeit der HFNC invasiv beatmet wurden. Dieses birgt jedoch auch Gefahren: Auch wenn die HFNC sich als technisch einfaches Verfahren darstellt, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass diese Patienten kritisch krank sind und eine Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr augenblicklich zur Hypoxämie führen kann. Daher sind ein kontinuierliches Monitoring der Vitalparameter – insbesondere auch der Atemfrequenz – und die sofortige Verfügbarkeit von sowohl ärztlich als auch pflegerisch hierfür qualifiziertem Personal obligat. Ob die HFNC nur auf einer Intensivstation, auf einer Intermediate-Care-Station oder sogar in der Notaufnahme oder im anästhesiologischen Aufwachraum durchgeführt wird, hängt von den Strukturgegebenheiten des jeweiligen Krankenhauses ab, entscheidendes Kriterium ist, ob ein sofortiges Notfallmanagement mit Eskalationsmöglichkeit der Therapie sichergestellt werden kann.

» Sofortiges Notfallmanagement mit Eskalationsmöglichkeit der Therapie muss sichergestellt sein

Bisher ungelöst ist die Verfügbarkeit einer HFNC-Therapie bei Patiententransporten, dieses betrifft sowohl Intra- als auch Interhospitaltransporte sowie den präklinischen Einsatz. Durch Erfordernis großer Mengen Sauerstoff für die HFNC liegen hier technische und physikalische Hürden vor, da Sauerstoff nicht beliebig in transportablen Flaschenzylindern komprimiert werden kann. Beispielsweise würde eine 2-l-Sauerstoffflasche mit 200 bar Druck bei einem Gasfluss von 60 l/min und einer F_iO_2 von 0,5 bei einer Entleerung auf 50 bar für genau 10 min Transport reichen, bei gleichen Annahmen und Einsatz einer 5-l-Flasche steht Sauerstoff für 25 min Transport zur Verfügung – jeweils unter der Bedingung, dass die Druckluft mittels eines Turbinengerätes generiert wird, andernfalls wäre auch hier eine Druckgasflasche mitzuführen. In der Praxis bedingt ein erforderlicher Transport daher häufig die Umstellung auf eine nichtinvasive Beatmung oder sogar die tracheale Intubation, um eine ausreichende Oxygenierung sicherzustellen.

Fazit für die Praxis

- Mit der HFNC („high flow nasal cannula“) steht ein technisch einfaches und hoch-effektives Verfahren zur Therapie einer hypoxämischen respiratorischen Insuffizienz zur Verfügung.
- Die Vorteile sind: präzise Einstellung der F_iO_2 (inspiratorische Sauerstofffraktion) über Sauerstoff/Druckluftmischer, Erzeugung eines PEEP's (positiver endexpiratorischer Druck), Verbesserung der mukoziliären Clearance und Auswaschen der oberen Atemwege mit Reduktion der Atemarbeit.
- Auch bei COVID-19 sollte die HFNC entsprechend den vorhandenen Indikationen erfolgen, eine Sorge vor vermehrter Aerosolbildung ist nicht begründet.
- Weitere Indikationen stellen die Anwendung zur Oxygenierung während einer Bronchoskopie, vor Intubation zur Präoxygenierung sowie nach Extubation zur Vermeidung einer Re-Intubation dar.
- Beim hyperkapnischen Lungenversagen sollte bevorzugt die NIV (nichtinvasive Beatmung) eingesetzt werden.
- Patienten an der HFNC müssen kontinuierlich überwacht werden, und es muss sichergestellt sein, dass jederzeit eine Eskalation z. B. auf eine Intubation und invasive Beatmung erfolgen kann.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Jörn Grensemann, D.E.S.A.
Klinik für Intensivmedizin, Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Martinistr. 52, 20246 Hamburg, Deutschland
j.grensemann@uke.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. Grensemann erhielt Studienunterstützung von Adroit Surgical, Ambu, ETVview und InfectoPharm, Vortrags- und Beraterhonoreare von Drägerwerk, GE Healthcare, Fresenius und Smiths Medical und hält Aktien von AstraZeneca, Bayer, Gilead und Pfizer. M. Simon hat für Studien Verbrauchsmaterialien von Fisher & Paykel Healthcare erhalten. S. Kluge erhielt Studienunterstützung von Ambu, Daiichi Sankyo, ETVview, Fisher & Paykel, Pfizer und Xenios. Des Weiteren erhielt er Vortragshonoreare von Astra, C.R. Bard, Baxter, Biotest, Cytosorbents, Daiichi Sankyo, Fresenius, Gilead, Mitsubishi Tanabe Pharma, MSD, Pfizer, Philips und Zoll sowie Beraterhonoreare von Bayer, Fresenius, Gilead, MSD und Pfizer. C. Wachs gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Gensemann J, Wachs C, Kluge S (2021) Oxygen therapy in emergency and intensive care medicine. *Dtsch Med Wochenschr* 146(2):108–120
2. Hardavella G, Karampinis I, Frille A, Sreter K, Rousalova I (2019) Oxygen devices and delivery systems. *Breathe* 15(3):e108–e116
3. Sun YH, Dai B, Peng Y, Tan W, Zhao HW (2019) Factors affecting FiO₂ and PEEP during high-flow nasal cannula oxygen therapy: a bench study. *Clin Respir J* 13(12):758–764
4. Parke R, McGuinness S, Eccleston M (2009) Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth* 103(6):886–890
5. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR (2010) High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care* 55(4):408–413
6. Schwabbauer N, Berg B, Blumenstock G, Haap M, Hetzel J, Riessen R (2014) Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation (NIV). *BMC Anesthesiol* 14:66
7. Masclans JR, Pérez-Terán P, Roca O (2015) The role of high flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Med Intensiva* 39(8):505–515
8. Wachs C, Gensemann J, Kluge S (2020) High-Flow-Sauerstofftherapie – Schritt für Schritt. *Pneumologie* 74(12):842–846
9. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, Prat G, Boulain T, Morawiec E, Cottreau A et al (2015) High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 372(23):2185–2196
10. Rochweg B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat JP, Mekontso-Dessap A, Schreiber A, Azoulay E, Mercat A et al (2019) High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 45(5):563–572
11. Lewis SR, Baker PE, Parker R, Smith AF (2021) High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev* 3(3):Cd10172
12. AWMF online (2021) S3 Leitlinie Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen (Registernummer: 020–021)
13. AWMF online (2017) S3-Leitlinie Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz (Registrierungsnummer: 001/021)
14. Longhini F, Pelaia C, Garofalo E, Bruni A, Placida R, laquinta C, Arrighi E, Perri G, Procopio G, Cancelliere A et al (2021) High-flow nasal cannula oxygen therapy for outpatients undergoing flexible bronchoscopy: a randomised controlled trial. *Thorax*. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-217450>
15. Simon M, Braune S, Frings D, Wiontzek AK, Klose H, Kluge S (2014) High-flow nasal cannula oxygen versus non-invasive ventilation in patients with acute hypoxaemic respiratory failure undergoing flexible bronchoscopy—a prospective randomised trial. *Crit Care* 18(6):712
16. Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, Mahul M, Delay JM, Belafia F, Chanques G et al (2016) Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med* 42(12):1877–1887
17. Simon M, Wachs C, Braune S, de Heer G, Frings D, Kluge S (2016) High-flow nasal cannula versus bag-valve-mask for preoxygenation before intubation in subjects with hypoxemic respiratory failure. *Respir Care* 61(9):1160–1167
18. Rochweg B, Einav S, Chaudhuri D, Mancebo J, Mauri T, Helviz Y, Goligher EC, Jaber S, Ricard JD, Rittayamai N et al (2020) The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. *Intensive Care Med* 46(12):2226–2237
19. Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, Laborda C, Colinas L, Cuenca R, Fernández R (2016) Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial. *JAMA* 315(13):1354–1361
20. Huang X, Du Y, Ma Z, Zhang H, Jun L, Wang Z, Lin M, Ni F, Li X, Tan H et al (2021) High-flow nasal cannula oxygen versus conventional oxygen for hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Respir J* 15(4):437–444
21. Yang PL, Yu JQ, Chen HB (2021) High-flow nasal cannula for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Heart Lung* 50(2):252–261
22. Haywood ST, Whittle JS, Volakis LI, Dungan G 2nd, Bublewicz M, Kearney J, Ashe T, Miller TL, Doshi P (2019) HVNI vs NIPPV in the treatment of acute decompensated heart failure: subgroup analysis of a multi-center trial in the ED. *Am J Emerg Med* 37(11):2084–2090
23. Doshi P, Whittle JS, Bublewicz M, Kearney J, Ashe T, Graham R, Salazar S, Ellis TW Jr., Maynard D, Dennis R et al (2018) High-velocity nasal insufflation in the treatment of respiratory failure: a randomized clinical trial. *Ann Emerg Med* 72(1):73–83.e75
24. Sklar MC, Mohammed A, Orchanian-Cheff A, Del Sorbo L, Mehta S, Munshi L (2018) The impact of high-flow nasal oxygen in the immunocompromised critically ill: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care* 63(12):1555–1566
25. Cheng LC, Chang SP, Wang JJ, Hsiao SY, Lai CC, Chao CM (2019) The impact of high-flow nasal cannula on the outcome of immunocompromised patients with acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Medicina (Kaunas)* 55(10):693. <https://doi.org/10.3390/medicina55100693>
26. Kang H, Zhao Z, Tong Z (2020) Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy in immunocompromised subjects with acute respiratory failure. *Respir Care* 65(3):369–376
27. Gensemann J, Kluge S (2020) Nichtinvasive Beatmung und Ansteckungsrisiko: Aerosole von COVID-19-Patienten. *Dtsch Arztebl* 117(31–32):A-1498
28. Hui DS, Chow BK, Chu LCY, Ng SS, Hall SD, Gin T, Chan MTV (2009) Exhaled air and aerosolized droplet dispersion during application of a jet nebulizer. *Chest* 135(3):648–654
29. Hui DS, Chow BK, Lo T, Tsang OTY, Ko FW, Ng SS, Gin T, Chan MTV (2019) Exhaled air dispersion during high-flow nasal cannula therapy versus CPAP via different masks. *Eur Respir J* 53(4):1802339
30. Leonard S, Atwood CW, Walsh BK, DeBellis RJ, Dungan GC, Strasser W, Whittle JS (2020) Preliminary findings of control of dispersion of aerosols and droplets during high velocity nasal insufflation therapy using a simple surgical mask: implications for high flow nasal cannula. *Chest* 158(3):1046–1049. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.043>
31. Agarwal A, Basmaji J, Muttalib F, Granton D, Chaudhuri D, Chetan D, Hu M, Fernando SM, Honarmand K, Bakaa L et al (2020) High-flow nasal cannula for acute hypoxemic respiratory failure in patients with COVID-19: systematic reviews

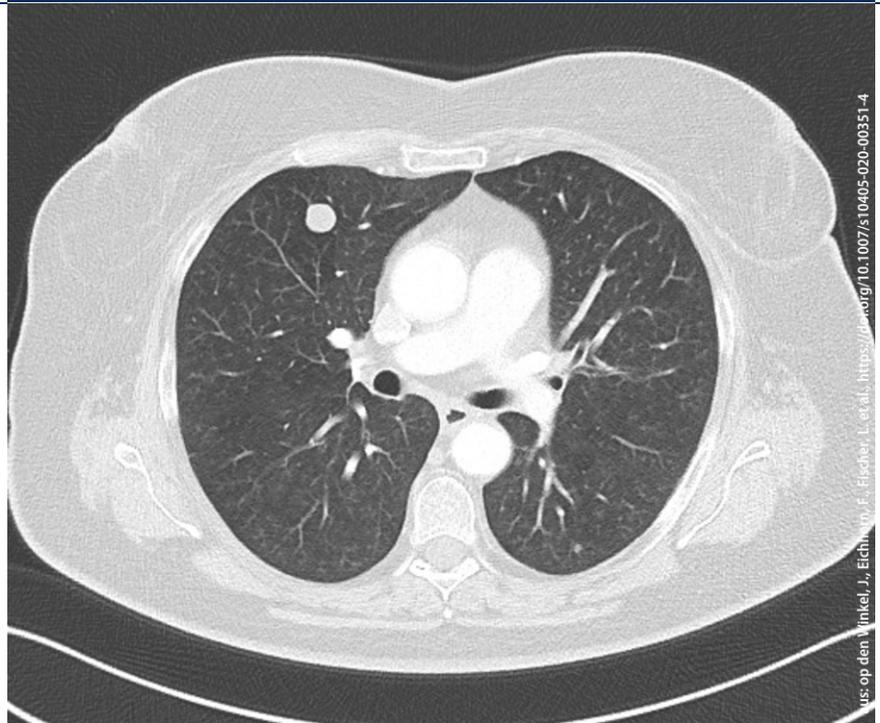
High-flow oxygen therapy—Chances and risks

High-flow oxygen therapy (high flow nasal cannula, HFNC), in which an oxygen-air gas mixture is applied at flow rates between 30 and 70 L/min, is a technically simple and highly effective procedure for the treatment of hypoxemic respiratory insufficiency. Furthermore, HFNC can be used during bronchoscopy for oxygenation, before intubation for preoxygenation, and after extubation to avoid reintubation. The high gas flow prevents the patient from inspiring ambient air, allowing precise adjustment of an inspiratory oxygen fraction; furthermore, a positive end-expiratory pressure is built up by a resulting dynamic pressure, mucociliary clearance is improved by humidification and warming of the air breathed and the work of breathing is reduced by flushing the upper airways. Compared with conventional oxygen therapy, aerosol formation is not increased by HFNC; therefore, this procedure can also be used for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). In hypercapnic respiratory failure the data are inconclusive and in this case noninvasive ventilation should currently be preferred instead of HFNC. It is important to remember that patients treated with HFNC are critically ill and therefore require continuous monitoring. It must be ensured that an escalation of therapy, e.g. to intubation and invasive ventilation, can be performed at any time.

Keywords

Respiratory insufficiency · Respiratory distress syndrome · Oxygen inhalation therapy · Respiratory therapy · Humidifiers

- of effectiveness and its risks of aerosolization, dispersion, and infection transmission. *Can J Anaesth* 67(9):1217–1248
32. Kluge S, Janssens U, Welte T, Weber-Carstens S, Marx G, Karagiannidis C (2020) Empfehlungen zur intensivmedizinischen Therapie von Patienten mit COVID-19. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115(3):175–177
 33. Chandel A, Patolia S, Brown AW, Collins AC, Sahjwani D, Khangoora V, Cameron PC, Desai M, Kasarabada A, Kilcullen JK et al (2021) High-flow nasal cannula therapy in COVID-19: using the ROX index to predict success. *Respir Care* 66(6):909–919
 34. Garner O, Dongarwar D, Salihi HM, Barrantes Perez JH, Abraham J, McBride C, Mathew S, Antony P, Collins K, Richards KL et al (2021) Predictors of failure of high flow nasal cannula failure in acute hypoxemic respiratory failure due to COVID-19. *Respir Med* 185:106474
 35. Roca O, Messika J, Caralt B, García-de-Acilu M, Sztrymf B, Ricard JD, Masclans JR (2016) Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: the utility of the ROX index. *J Crit Care* 35:200–205
 36. Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernández G, García-de-Acilu M, Frat JP, Masclans JR, Ricard JD (2019) An index combining respiratory rate and oxygenation to predict outcome of nasal high-flow therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 199(11):1368–1376



us: op den Vinkel, J., Eichinger, F., Fischer, L. et al., <https://doi.org/10.1007/s10405-020-00351-4>

Ihr Fall in *Der Pneumologe* – reichen Sie Ihr Manuskript für „Bild und Fall“ ein

Sie hatten einen interessanten Fall in Ihrer Praxis? Einen ungewöhnlichen Krankheits- und Behandlungsverlauf? Instruktives Bildmaterial, an dem sich das diagnostische und therapeutische Vorgehen darstellen lässt? Bereiten Sie Ihr Fallbeispiel für die Rubrik „Bild und Fall“ auf und lassen Sie die Leserinnen und Leser von *Der Pneumologe* an Ihren Erfahrungen teilhaben!

Der Beitrag gliedert sich in zwei Hauptteile:

- Im ersten Teil wird der Fall kurz dargestellt, inklusive Anamnese, klinischem Befund und Diagnostik. Die Leser*innen sollen durch Fallbeschreibung und Bildmaterial alle nötigen Informationen erhalten, um selbst eine Diagnose zu stellen.
- Erst im zweiten Teil wird die Diagnose genannt. Therapie und Verlauf des vorgestellten Falls werden beschrieben; die Leser*innen erhalten weitere Hintergrundinformationen wie z.B. Pathogenese, Differentialdiagnose und weiterführende Diagnostik.

Einen detaillierten Leitfaden finden Sie auf:



DerPneumologe.de, unter „Submission guidelines“, Rubrik „Bild und Fall“

Die Manuskripte werden von zwei unabhängigen Gutachter*innen geprüft. Sie erhalten detaillierte Rückmeldungen und konstruktive Anmerkungen zur Verbesserung Ihres Beitrags.

Die Rubrik wird verantwortet von:
 Prof. Dr. Daniela Gompelmann, Wien
 Prof. Dr. F. Joachim Meyer, München
 Dr. Thomas Wessendorf, Essen

Fragen zur Rubrik beantwortet die Redaktion:
 Dr. Saskia Rehse-Becker
saskia.rehse-becker@springernature.com

